

R-40767 D5



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 40 725 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 B 11/30**  
G 01 B 9/02  
G 01 N 21/84  
H 01 L 21/66

②1 Aktenzeichen: 198 40 725.4  
②2 Anmeldetag: 28. 8. 98  
④3 Offenlegungstag: 18. 3. 99

DE 198 40 725 A 1

⑥6 Innere Priorität:  
297 15 904. 6 01. 09. 97

⑦1 Anmelder:  
GF Meßtechnik GmbH, 14513 Teltow, DE; FBH  
Ferdinand-Braun-Institut für  
Höchstfrequenztechnik Berlin, 12489 Berlin, DE

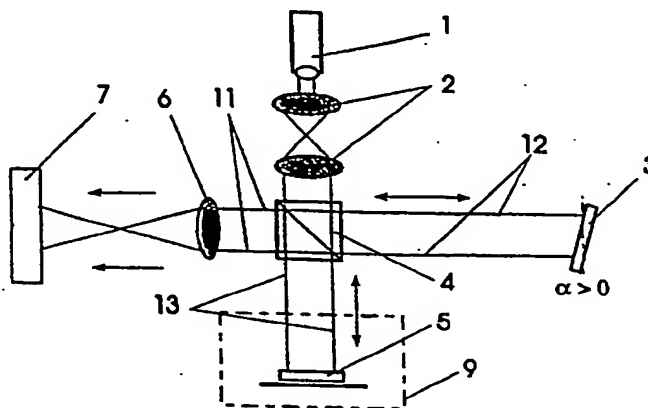
⑦4 Vertreter:  
Patentanwälte Gulde Hengelhaupt Ziebig, 10785  
Berlin

⑦2 Erfinder:  
Frankowski, Gottfried, Dr., 12629 Berlin, DE;  
Wittrich, Harald, Dr., 13129 Berlin, DE; John,  
Wilfred, Dr., 12619 Berlin, DE; Weixelbaum,  
Leonhard, Dr., 13159 Berlin, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Verfahren und interferenzoptische Meßeinrichtung zur optoelektronischen Vermessung von Oberflächenstrukturen

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine interferenzoptische Meßeinrichtung zur optoelektronischen Vermessung von Oberflächenstrukturen eines Meßobjektes, beispielsweise der Mikrostruktur eines mikroelektronischen Bauelementes auf einem Halbleiterwafer gemäß den Oberbegriffen der Ansprüche 1, 14 und 15. Die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Meßeinrichtung der eingangs genannten Gattung dahingehend weiterzuleiten, daß ohne Unterbrechung des Ätzvorganges eine ständige Kontrolle des Ätzprozesses und eine Vermessung der durch Ätzen herzustellenden Mikrostruktur eines Halbleiterwafers in situ und in Echtzeit möglich sind, wird dadurch gelöst, daß der gesamte Ablauf des Ätzprozesses zur Ausbildung der Mikrostrukturen eines in einer Ätzkammer (9) befindlichen Halbleiterwafers (5) direkt überwacht und an frei auswählbaren unterschiedlichen Waferbereichen direkt gemessen wird, indem ausgewählte Objektfelder der Waferoberfläche (5) und die Interferenzstreifen auf der Matrix einer CCD-Aufnahmekamera (7) beispielsweise über ein Zeit-Ätztiefen-Diagramm abgebildet werden.



DE 198 40 725 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine interferenzoptische Meßeinrichtung zur optoelektronischen Vermessung von Oberflächenstrukturen eines Meßobjektes, beispielsweise der Mikrostruktur eines mikroelektronischen Bauelementes auf einem Halbleiterwafer gemäß den Oberbegriffen der Ansprüche 1, 14 und 15.

Eine bevorzugte Anwendung der Erfindung ist das Vermessen der Ätztiefen der durch Ätzverfahren herzustellenden Mikrostrukturen auf einem Halbleiterwafer.

Es ist bekannt, Messungen im Mikro- und Nanometerbereich, beispielsweise zur Bewertung der Mikrorauigkeit einer optisch glatten Oberfläche einer Halbleiterscheibe/Mikrochip mit interferenzoptischen Verfahren und Einrichtungen vorzunehmen - DE 195 25 903 A1.

Entsprechend dem Interferometerprinzip, das diesen Verfahren und Einrichtungen zugrunde liegt, wird ein von einer Lichtquelle kommender kohärenter Wellenzug durch einen Strahlenteiler in zwei getrennte Wellenzüge aufgespalten, die dann das Meßobjekt (Objektwelle) und den Referenzspiegel (Referenzwelle) beleuchten. Infolge der Reflexion der Lichtwellen am Referenzspiegel und an der Oberfläche des Meßobjektes werden sowohl die Referenzwelle als auch die Objektwelle zum Strahlenteiler zurückgeführt und zu einem optoelektronischen Sensor geleitet. Aufgrund der unterschiedlichen optischen Weglängen des Objekt- und Referenzstrahlenganges besitzen die beiden kohärenten Lichtwellenzüge einen geringfügigen Phasenversatz, der nach dem Durchtritt des jeweils reflektierten Lichtes durch den Strahlenteiler eine interferentielle Überlagerung bewirkt. Am optoelektronischen Sensor werden somit in Abhängigkeit von der Größe des Unterschiedes in der optischen Weglänge der beiden Lichtstrahlengänge unterschiedlich dichte Interferenzstreifenverläufe (Intensitätsmodulationen) registriert. Aus den Unterschieden der optischen Weglängen zwischen dem reflektierten Referenzstrahlengang und den von der Meßfläche zurückgeführten Lichtwellen kann durch Auszählung der an einem optischen Sensor registrierten Interferenzstreifenzahlen beispielsweise die Qualität und die Quantität einer Oberflächenstruktur bestimmt werden.

Diese interferenzoptischen Meßverfahren und Einrichtungen haben aber den Nachteil, daß aufgrund des Interferometerprinzips geringste Störeffekte, wie beispielsweise Umgebungsschwingungen oder Temperaturschwankungen, wie sie bei praktischen Messungen immer wieder auftreten, zu Änderungen in den optischen Weglängen führen und somit die Messungen stören, indem man falsche oder keine Meßergebnisse erhält. Derartige Störungen treten vor allem bei praktischen Messungen außerhalb von Optiklabors oder speziell ausgerüsteten Meßräumen auf.

Um Verfälschungen und Störungen des Meßergebnisses bei der Bestimmung der Oberflächenrauigkeit einer Halbleiterscheibe durch Tageslicht oder Fremdlitquellen auszuschließen und eine eindeutige Zuordnung der reflektierten Lichtstrahlen bei Verwendung von Licht mit unterschiedlichen Wellenlängen für die durchzuführenden Messungen zu verwenden, wird nach DE-OS 36 37 477 der auf die Scheibenoberfläche gerichtete Lichtstrahl vor seinem Auftreffen mit einer charakteristischen Frequenz periodisch unterbrochen oder die Verwendung eines gepulsten Lasers angeregt.

Die Herstellung von Mikrostrukturen eines elektronischen Bauelementes auf einem Halbleiterwafer oder die Produktion von speziell strukturierten Oberflächen einer Halbleiterscheibe erfolgen weitestgehend durch Ätzprozesse. Diese Ätzprozesse werden mit Hilfe ätzender Flüssigkeiten oder mit entsprechend aktivierten Gasen, z. B. mittels Plasmaätzverfahren, durchgeführt. Im Falle einer sogenann-

ten Trockenätzung mit ätzenden Gasen wird die Halbleiterscheibe, auf der zuvor das Layout der Mikrostruktur aufgebracht worden ist, in eine Ätzkammer gebracht und nach Evakuierung der Ätzkammer durch einströmende, aggressive Gase der Ätzprozeß durchgeführt. Die Qualität der so hergestellten mikroelektronischen Struktur und die Leistungsparameter des mikroelektronischen Bauelementes werden entscheidend von der Maßhaltigkeit und der Kantenstruktur der auf ätztechnischem Wege hergestellten Mikrostruktur bestimmt. Mit der Zielstellung, die dem vorgegebenen Layout entsprechende Mikrostruktur des Chips im Ätzprozeß zu erzeugen, wird zum Beispiel der Ätzprozeß mehrfach unterbrochen, der Halbleiterwafer aus der Ätzkammer entnommen und außerhalb der Ätzkammer die bereits durch den Ätzprozeß hergestellte Struktur, beispielsweise mit Hilfe eines Rasterelektronenmikroskops, vermessen. Sofern die projektierten Ätztiefen noch nicht erreicht worden sind, wird nach der Vermessung der Wafer in die Ätzkammer zurückgebracht und der Ätzprozeß fortgesetzt.

Diese Art der Vermessung der Mikrostruktur bzw. die Überwachung des Ätzprozesses durch mehrfache Entnahme des Halbleiterwafers aus der Ätzkammer ist sehr zeitaufwendig und damit unwirtschaftlich. Zum anderen wird durch das wiederholte Unterbrechen des Ätzprozesses für die durchzuführenden Messungen bis zum Erreichen der gewünschten Ätztiefe die Qualität der Ätzstruktur erheblich nachteilig beeinflusst.

Andererseits ist diese umständliche Verfahrensweise dadurch bedingt, daß infolge der während des Ätzprozesses auftretenden Schwingungen, beispielsweise für die Herstellung und Aufrechterhaltung des Vakuums in der Ätzkammer, geeignete optoelektronische Meßverfahren und -einrichtungen, die eine in situ Vermessung ermöglichen würden, nicht eingesetzt werden können.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Meßeinrichtung der eingangs genannten Gattung dahingehend weiterzubilden, daß ohne Unterbrechung des Ätzvorganges eine ständige Kontrolle des Ätzprozesses und eine Vermessung der durch Ätzen herzustellenden Mikrostruktur eines Halbleiterwafers in situ und in Echtzeit möglich sind.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die in den Ansprüchen 1, 14 und 15 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Mit der erfindungsgemäßen Lösung werden ausgewählte Objektfelder der Waferoberfläche und die Interferenzstreifen auf der Matrix der CCD-Aufnahmekamera abgebildet. Auf diese Weise kann der gesamte Ablauf des Ätzvorganges zur Ausbildung der Mikrostrukturen eines in der Ätzkammer befindlichen Halbleiterwafers direkt überwacht und beispielsweise die Ätztiefe an frei ausgewählten unterschiedlichen Waferbereichen direkt gemessen bzw. durch separate Kurvenverläufe erfaßt werden. Zu diesem Zweck wird ein speziell entwickeltes Meß- und Steuersoftwarepaket verwendet, mit dessen Hilfe am Rechnermonitor ein Zeit-Ätztiefen-Diagramm erscheint, anhand dessen die Ätztiefe in Echtzeit verfolgt werden kann.

Bei der Ätzung von Mikrostrukturen auf Wafers ist es üblich und notwendig, diese mit einer Abdeckmaske zu versehen, um zu gewährleisten, daß durch den Ätzvorgang tatsächlich nur die abzutragenden Waferbereiche durch das Ätzmaterial (Gas oder Flüssigkeit) erreicht und abgetragen werden können.

Für die Vermessung der Ätztiefe unter Verwendung der erfindungsgemäßen Lösung werden durch die Abbildung der Waferoberfläche auf dem Rechnermonitor jeweils mit der Maus des Rechners zwei auszuwertende Flächen defi-

niert, wobei eine auf der Maske und die andere im zu ätzen- den Bereich des Wafers liegt. Im ungeätzten Ausgangszu- stand existiert eine Phasenverschiebung, deren Wert auf Null gesetzt wird. Mit Beginn des Ätzzvorganges ändert sich die optische Weglänge im Ätzbereich, wodurch am opto- elektronischen Sensor dann ein von Null verschiedener Pha- senunterschied zu registrieren ist, der aufgrund der Verwen- dung monochromatischen Lichtes ein direktes Maß für den Ätztatbestand darstellt.

Der in der Ätzkammer befindliche Halbleiterwafer wird erfindungsgemäß durch Lichtwellenimpulse von einigen Mikrosekunden Pulslänge einer mit Hilfe des Meß- und Steuerrechners getriggerten monochromatischen Licht- quelle beleuchtet. Aufgrund der kurzen Belichtungszeiten ist die Phasendifferenz zwischen Objekt und Referenzstrah- lengang der Lichtwellenimpulse innerhalb der Belichtungs- zeit konstant. Auch sehr starke Schwingungen und andere störende Einflüsse, die bisher zwangsmäßig zu Störeffekten in den optischen Weglängen der Objekt- und Referenzlicht- wellen eines Interferometers führten, werden von der CCD- Aufnahmekamera dadurch nicht mehr registriert.

Auf diese Weise ist es möglich, trotz extremer Schwin- gungen der interferenzoptischen Meßeinrichtung und des Meßobjektes stehende Interferenzbilder am Meß- und Steu- errechner zu erhalten, die beispielsweise eine exakte meß- technische Bewertung der Ätztiefen einer Mikrostruktur auf einem Halbleiterwafer ermöglichen.

Nach einem weiteren Merkmal besitzt die erfindungsge- mäße Meßeinrichtung einen Laser oder eine Laserdiode mit zwei unterschiedlichen Lichtwellenlängen, wodurch die Ab- bildung eines 3D-Profiles (Mapping) von der Mikrostruktur im Halbleiterwafer möglich ist.

Nach einer Ausführungsform der Erfindung entsprechend Anspruch 3 bzw. Anspruch 14 wird der Referenzspiegel aus dem Strahlengang entfernt. Das Entfernen des Referenz- spiegels aus dem Strahlengang führt dazu, daß der CCD- Sensor der Kamera das von der Oberfläche des Wafers re- flektierte Licht aufnimmt. Im Falle einer reflektierenden Waferoberfläche kann während des Ätzzvorganges die Re- flektivität der Waferoberfläche bzw. deren Änderung ver- folgt werden, z. B. beim Abtrag unterschiedlich reflektieren- der Schichten.

Bei Vorhandensein einer transparenten Schicht, z. B.  $\text{SiO}_2$ , auf einer reflektierenden Unterlage, z. B. Silizium- Wafer, nimmt der CCD-Sensor der Kamera das durch Inter- ferenz an dünnen Schichten entstehende Interferenzlicht auf.

Jeder Einzelsensor der CCD-Kamera und damit jeder Pi- xel des Monitorbildes kann als separates Interferometer an- gesehen werden.

Es wird gegenüber herkömmlichen Lösungen eine hohe laterale Auflösung erreicht, die lediglich vom verwendeten optischen System und der Anzahl der Elemente der CCD- Matrix festgelegt ist. Es können beliebig viele voneinander unabhängige Meßpunkte gewählt werden (max. Anzahl der Elemente der CCD-Matrix).

Das mehrfache Unterbrechen des Ätzzvorganges zum Ver- messen der Ätztiefe und der Mikrostrukturen sowie das je- weils erneute Anfahren des Ätzzvorganges entfallen bei allen Ausführungsformen nach der Erfindung vollständig. Der kontinuierliche Ablauf des Ätzzvorganges führt nicht nur zu einer erheblichen Zeiteinsparung, sondern ist insbesondere mit einer wesentlichen Steigerung in der Qualität der geätz- ten Mikrostrukturen und mit einer entscheidenden Anhe- bung der Leistungsparameter des Halbleiterwafers verbun- den.

Die Erfindung soll nachstehend an Ausführungsbeispie- len näher erläutert werden. In der dazugehörigen Zeichnung

zeigen:

Fig. 1 den Aufbau der interferenzoptischen Meßeinrich- tung in schematischer Darstellung.

Fig. 2 eine interferenzoptische Meßeinrichtung mit einem mehrfach gefalteten Abbildungsstrahlengang.

Fig. 3 den Verlauf der Intensitäten im Interferenzbild ei- ner Ätztstufe.

Die in Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsvarianten der erfindungsgemäßen Meßeinrichtung verwenden als mo- nochromatische Lichtquelle 1 eine Laserdiode. Um Störun- gen der Meßvorgänge und Verfälschungen der Meßergeb- nisse durch die während des Ätzzvorganges auftretenden Schwingungen und sonstiger Störeffekte im Bereich des Meßortes zu vermeiden und eine Messung der Mikrostruk- tur in situ und in Echtzeit überhaupt zu ermöglichen, wird die Laserdiode über den Meß- und Steuerrechner der Meß- einrichtung (nicht dargestellt) getriggert und die Oberfläche des in der Ätzkammer 9 befindlichen Halbleiterwafers 5 mit gepulsten Lichtwellen von einigen Mikrosekunden Pulslän- gen beleuchtet. Die Lichtwellen der Lichtquelle 1 werden durch eine Kollimatoroptik 2 kollimiert, die aus einer Optik mit kurzer und einer Optik mit längerer Brennweite besteht, wobei die Lichtwellen der Laserdiode mit einer kurzbre- nnweitigen Optik auf ein Pinhole fokussiert und danach wieder mit einer Optik längerer Brennweite kollimiert werden. Hierdurch ist die Intensität der Lichtwellen im zentralen Be- reich des Lichtstrahles homogen.

Mit Hilfe des Strahlenteilers 4 werden die Lichtstrah- lungen der Lichtquelle 1 sowohl auf den Halbleiterwafer 5 in der Ätzkammer 9 als auch auf den Referenzspiegel 3 ge- lenkt. Für einen optimalen Kontrast des Interferenzbildes, das auf der Matrix der CCD-Abbildungskamera 7 abgebil- det wird, sollte die Reflexion des Referenzspiegels 3 gleich der des Wafers 5 und die Länge des Referenzarmes 12 der interferenzoptischen Meßeinrichtung gleich der des Objekt- armes 13 sein. Der Referenzspiegel 3 ist leicht geneigt, da- mit das Referenzlichtbündel nicht senkrecht auf die Matrix der CCD-Aufnahmekamera 7 trifft und so eine Aufmodula- tion des Nutzsignals auf das Trägersignal erfolgt. Diese auf- modulierte Nutzsignalphase wird dann durch das Meß- und Steuerprogramm hinsichtlich der Ermittlung des aktuellen Phasenunterschiedes der aktuellen Ätztiefe ausgewertet und im Ätztiefen-Zeit-Diagramm als Meßwert angezeigt.

Nach der Reflexion an den spiegelnden Flächen des Refe- renzspiegels 3 und der Oberfläche des Halbleiterwafers 5 werden die Strahlen durch eine vorteilhafterweise zweilin- sige Abbildungsoptik 6 gebrochen. Diese Abbildungsoptik 6, die zwischen dem Strahlenteiler 4 und der CCD-Aufnah- mekamera 7 angeordnet ist, bildet den Halbleiterwafer 5 mit einem Abbildungsmaßstab von zum Beispiel der Größe acht auf die Matrix der CCD-Aufnahmekamera 7 ab. Auf dem Monitor des Meß- und Steuerrechners ist dadurch minde- stens ein Objektfeld von  $0,5 \text{ mm} \times 0,7 \text{ mm}$  zu sehen, das durch eine Veränderung der optischen Abbildungsverhält- nisse entsprechend vergrößert oder auch verkleinert werden kann, wenn ein Abstand von 150 mm zwischen dem opti- schen Ausgang des Meßgerätes zur Oberfläche des Wafers eingestellt ist.

Zur Vermeidung eines unnötig langen Kameraarmes der interferenzoptischen Meßeinrichtung werden die vom Refe- renzspiegel 3 und vom Halbleiterwafer 5 reflektierten Licht- strahlen nach Durchgang durch die Optik 6 mit Hilfe von Umlenkspiegeln 10 gefaltet (Fig. 2).

Bei der Ausführung der interferenzoptischen Meßeinrich- tung nach Fig. 2 befindet sich vor der CCD-Aufnahmekam- era 7 ein Interferenzfilter 8, um Störungen der Messungen durch Plasmaeuchten in der Ätzkammer 9 oder durch Um- gebungslicht des Meßortes auszuschließen und nur die

Lichtstrahlung des verwendeten Lasers auf die Matrix der CCD-Aufnahmekamera 7 abzubilden.

Bei einer Überlagerung von gegeneinander geneigten ebenen Lichtwellen ist der Intensitätsverlauf senkrecht zu den am Monitor sichtbaren Interferenzstreifen sinusförmig. Da die Objektwellenfront vom Halbleiterwafer bei der Vermessung von Ätzstufen aufgrund der Struktur des Wafers nur stückweise eben ist, ist der Intensitätsverlauf des Interferenzbildes in der Matrixebene der CCD-Aufnahmekamera 7 ebenfalls nur teilweise sinusförmig. Auf der CCD-Matrix der Aufnahmekamera 7 wird über die Abbildungsoptik 6 sowohl die Oberfläche des maskierten als auch des nichtmaskierten Waferbereiches 5 abgebildet. Im Verlauf des Ätzprozesses erfährt der nichtmaskierte Waferbereich einen Ätzabtrag, der im interferometrischen Strahlengang an der CCD-Matrix der Aufnahmekamera 7 eine Änderung der optischen Weglängen und somit der Phasenlage 5 der interferierenden Wellen zwischen dem maskierten und nichtmaskierten Bereich der Waferoberfläche bewirkt. Unter Verwendung entsprechender Auswertalgorithmen, die in die verwendete Meß- und Steuersoftware implementiert sind, kann aus den Änderungen der Phasenlage  $\delta$  (Fig. 3) zwischen dem maskierten und dem nichtmaskierten Bereich die Ätztiefe bestimmt werden.

Die Intensität der Teilstrahlen 11, 12 kann in einer Ausführungsform der Meßeinrichtung durch nicht dargestellte geeignete optische Elemente, z. B. ein Polarisationsfilter, beeinflusst werden.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Lichtquelle
- 2 Kollimatoroptik
- 3 Referenzspiegel
- 4 Strahlenteiler
- 5 Halbleiterwafer
- 6 Abbildungsoptik
- 7 CCD-Aufnahmekamera
- 8 Interferenzfilter
- 9 Ätzkammer
- 10 Umlenkspiegel
- 11 Teilstrahl
- 12 Teilstrahl (Referenzarm)
- 13 Objektarm
- $\alpha$  Winkel
- $\delta$  Phasenverschiebung

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur optoelektronischen Vermessung der Mikrostrukturen eines mikroelektronischen Bauelementes auf einem Halbleiterwafer, bei dem ein kohärenter Lichtwellenzug durch einen Strahlenteiler in zwei getrennte Wellenzüge aufgespalten wird, die getrennten Lichtwellenzüge auf die Oberfläche eines Halbleiterwafers geleitet und dort reflektiert werden und aus der Größe des Unterschiedes der Weglängen des reflektierten Lichtes, das mit einem optoelektronischen Sensor erfaßt wurde, unter Verwendung eines Meß- und Steuerrechners die Meßwerte ermittelt werden, dadurch gekennzeichnet, daß der gesamte Ablauf des Ätzprozesses zur Ausbildung der Mikrostrukturen eines in einer Ätzkammer (9) befindlichen Halbleiterwafers (5) direkt überwacht und an frei auswählbaren unterschiedlichen Waferbereichen direkt gemessen wird, indem ausgewählte Objektfelder der Waferoberfläche (5) und die Interferenzstreifen auf der Matrix einer CCD-Aufnahmekamera (7) beispielsweise

über ein Zeit-Ätztiefen-Diagramm abgebildet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche des in der Ätzkammer (9) befindlichen Halbleiterwafers (5) mit gepulsten Lichtwellen einer monochromatischen Lichtquelle (1), die mit dem Meß- und Steuerrechner der Meßeinrichtung getriggert wird, beleuchtet wird und daß der optoelektronische Sensor der CCD-Aufnahmekamera (7) in der Bildebene des optischen Systems (6) angeordnet und im Abbildungsstrahlengang (11) zwischen Strahlenteiler (4) und CCD-Aufnahmekamera (7) eine den Abbildungsstrahlengang (11) vergrößernde Optik (6) angeordnet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß während des Ätzprozesses die Reflektivität der Waferoberfläche (5) bzw. deren Änderung mittels des optoelektronischen Sensors der CCD-Aufnahmekamera (7) verfolgt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß während des Ätzprozesses bei Vorhandensein einer transparenten Waferoberfläche (5) auf einer reflektierenden Unterlage das durch Interferenz an dünnen Schichten entstehende Interferenzlicht mittels des optoelektronischen Sensor der CCD-Aufnahmekamera (7) ausgewertet wird.

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß aus der Bewertung der Änderungen der Phasenlage ( $\delta$ ) der interferierenden Lichtwellen zwischen dem maskierten und dem nichtmaskierten Bereich der Waferoberfläche (5) die Ätztiefe bestimmt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die vom Halbleiterwafer (5) reflektierten Lichtwellen annähernd orthogonal auf den Aufnahmesensor der CCD-Aufnahmekamera (7) auftreffen und von den reflektierten Lichtwellen des Referenzarmes (12) überlagert werden, wobei die Referenzlichtwellen einen Winkel  $\alpha < 0$  zur Orthogonalen des Aufnahmesensors einschließen.

7. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche des Halbleiterwafers mit einer kollimierten Laserlichtstrahlung beleuchtet wird.

8. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die monochromatische Lichtquelle (1) eine Laserlichtdiode ist.

9. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Abbildungsstrahlengang (11) mittels Umlenkspiegel (10) mehrfach gefaltet und der CCD-Aufnahmekamera (7) ein Interferenzfilter (8) vorgeschaltet wird.

10. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kollimatoroptik (2) aus einer Optik mit kurzer und einer Optik mit längerer Brennweite gebildet ist.

11. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Reflexion des Referenzspiegels (3) gleich der des Halbleiterwafers (5) und die Länge des Referenzarmes (12) der Meßeinrichtung gleich der Länge des Objektarmes (13) gewählt wird.

12. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß für die monochromatische Lichtquelle (1) ein Laser oder eine Laserdiode mit zwei Lichtwellenlängen gewählt wird.

13. Verfahren nach den Ansprüchen 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Intensität der Teilstrahlen (11, 12) durch geeignete optische Elemente wie Polarisationsfilter beeinflusst wird.

14. Interferenzoptische Meßeinrichtung zur optoelektronischen Vermessung der Mikrostrukturen eines mikroelektronischen Bauelementes auf einem Halbleiterwafer, bestehend aus einem Strahlenteiler, einem Referenzspiegel, einem optoelektronischen Sensor und einem Meß- und Steuerrechner, dadurch gekennzeichnet, daß ein in einer Ätzkammer (9) befindlicher Halbleiterwafer (5) im Strahlengang einer monochromatischen Lichtquelle (1) wie Laserdiode, die mit dem Meß- und Steuerrechner getriggerte gepulste Lichtwellen abgibt und die mit einer Kollimatoroptik (2) verbunden ist, angeordnet ist, wobei der optoelektronische Sensor einer CCD-Aufnahmekamera (7) in der Bildebene des optischen Systems (6) angeordnet und im Abbildungsstrahlengang (11) zwischen Strahlenteiler (4) und CCD-Aufnahmekamera (7) einer den Abbildungsstrahlengang (11) vergrößernde Optik (6) vorgesehen ist.

15. Interferenzoptische Meßeinrichtung zur optoelektronischen Vermessung der Mikrostrukturen eines mikroelektronischen Bauelementes auf einem Halbleiterwafer bestehend aus einem Strahlenteiler, einem optoelektronischen Sensor und einem Meß- und Steuerrechner, dadurch gekennzeichnet, daß ein in einer Ätzkammer (9) befindlicher Halbleiterwafer (5) im Strahlengang einer monochromatischen Lichtquelle (1) wie Laserdiode, die mit dem Meß- und Steuerrechner getriggerte gepulste Lichtwellen abgibt und die mit einer Kollimatoroptik (2) verbunden ist, angeordnet ist, wobei der optoelektronische Sensor einer CCD-Aufnahmekamera (7) in der Bildebene des optischen Systems (6) angeordnet und im Abbildungsstrahlengang (11) zwischen Strahlenteiler (4) und CCD-Aufnahmekamera (7) einer den Abbildungsstrahlengang (11) vergrößernde Optik (6) vorgesehen ist.

16. Interferenzoptische Meßeinrichtung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß in den Abbildungsstrahlengang (11) Umlenkspiegel (10) eingebracht sind und der CCD-Aufnahmekamera (7) ein Interferenzfilter (8) vorgeschaltet ist.

17. Interferenzoptische Meßeinrichtung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß in die Teilstrahlengänge (11, 12) optische Elemente wie Polarisationsfilter zur Beeinflussung der Intensität der Strahlen (11, 12) eingebracht sind.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

45

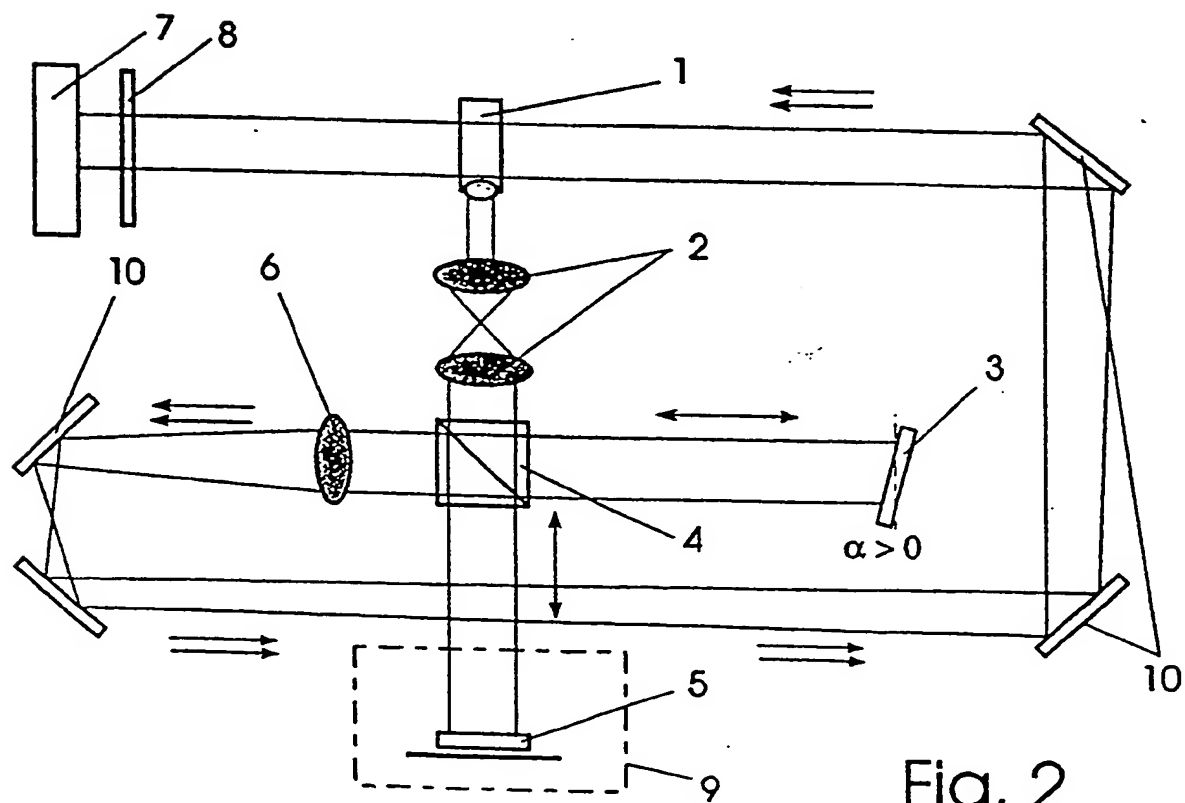
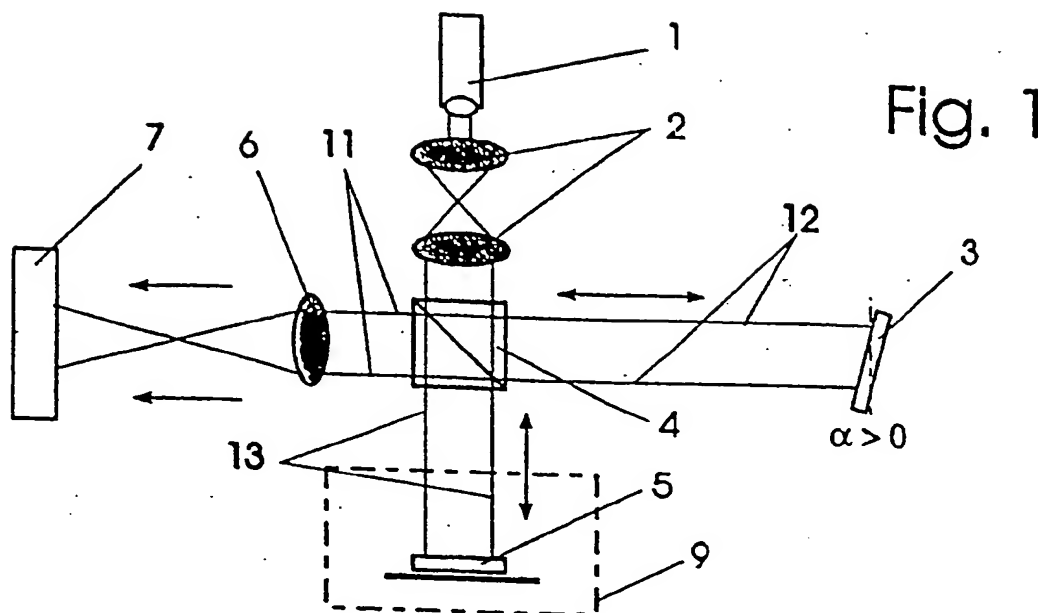
50

55

60

65

- Leerseite -



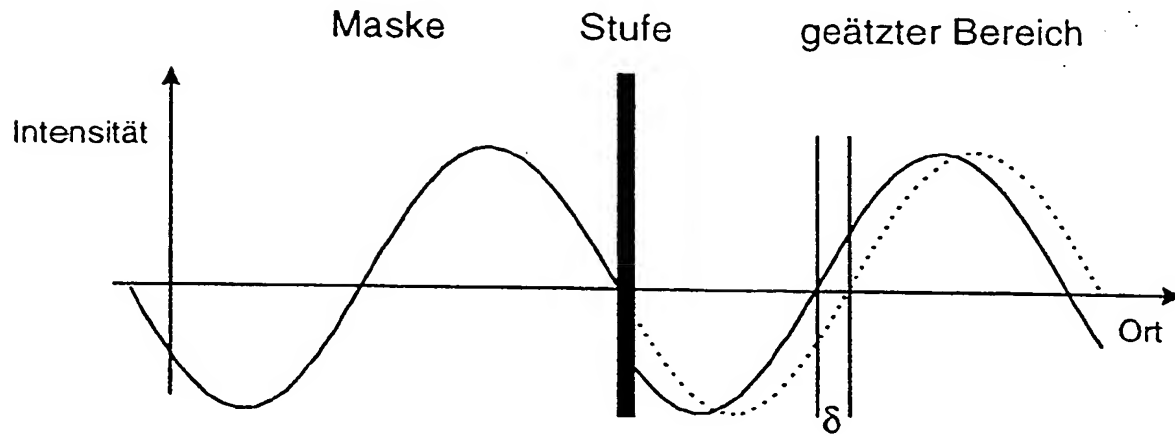


Fig. 3